

环保楼宇数量激增： 能量收集成为无线传感器 节点的关键应用

Tony Armstrong, 业务开发总监

能量收集的背景

在如今这个非常注重环保的时代，似乎一切都在走向环保。能量收集这个概念出现已有10多年时间；但是，在真实环境中实施基于环境的能源输送系统一直以来都很麻烦、复杂且成本高昂。但是，也有很多市场成功采用了能量收集方法，包括交通运输基础设施、无线医疗设备、胎压检测和楼宇自动化。具体来说，在楼宇自动化系统中，诸如感应传感器、恒温器，甚至电灯开关等都不再使用通常与安装相关的电源或控制电缆，而是改用本地能量收集系统。

在构建智能楼宇时，包括商用和住宅建筑，让楼宇节能是确保能效结构不会大幅消耗来自使用化石燃料的传统能源的先决条件。

对于商业建筑，使其智能化对于入驻其中的组织来说非常关键，这是因为节能和改进型的楼宇可以帮助降低能源成本，同时为在其中工作的人员提供高效的工作环境。但是，这种做法本身也存在缺陷。举例来说，这些楼宇需要其基础设施可以提供必要的反馈，以实现供暖和制冷系统的高效运行、照明控制和有效地利用空间。这很可能需要使用物联网(IoT)作为监测和控制环境的方法，且为了实现高效管理和控制，会提高对替代电源的依赖性。



与智能楼宇相关的物联网趋势

智能楼宇会不断改变人们开展日常活动的方式。此外，在节能的同时，智能楼宇还能帮助省钱。为了实现这种转变，有些物联网智能楼宇趋势正在形成。

预测性维护利用传感器(IoT)和其他硬件设备来获取商业建筑和楼宇内所有设备的状态报告就是个很好的例子。这种反馈让我们能够在需要时，及时有效地实施必要维护。通过使用预测性维护方法，可以解决预测性维护安排期间经常出现的不可预见的问题。

此外，空气质量会给员工效率造成不利影响。对这一领域开展的行业研究表明，在室内环境质量良好的楼宇中工作的人员，效率比在传统楼宇中工作的人员高10%。所以，物联网设备可以使用作为Mesh网络组成部分的各种传感器来测量和检测空气质量，以及空气中的二氧化碳含量。这些设备连接至楼宇基础设施的所有部分，可以确保其内的环境和人员保持健康和高效。

另一项预计会取得进展的新趋势是在智能楼宇中使用物联网支持的应用。使用热成像让设备经理检查其设备是否超出正常的操作温度范围就是个很好的例子。这很容易检测到，所以可以在设备中断正常的操作模式之前实施维护。例如，物联网可以改变商业设备经理跟踪信息、测量和收集数据的方式，这包括以前难以到达、不可进入的区域。在楼宇各处安装传感器让他们可以跟踪获取以前无法获取的所有信息。通过使用物联网互联系统，设备经理现在能够使用这些系统获取所有相关信息。

此外，物联网让商业业主的楼宇拥有充足的能源成为可能。这对楼宇的设计产生了影响，使它们既环保又资源高效。此外，这些智能楼宇管理系统可以在任何位置进行远程管理，使用可由指示器（例如振动和温度波动）控制的传感器来取代过时的重型建筑设备。很显然，这可以节省大量能源和资金，同时降低维护成本。

最后，物联网对楼宇造成的最重要的影响之一即是能效。传感器网络提供信息，帮助管理者更有效地管控其资产，同时减少环境中的有害物质。例如：

- ▶ 使用传感器来控制温度
- ▶ 使用执行器实施HVAC控制
- ▶ 为楼宇提供完整的能源自动化等复杂应用
- ▶ 关注天气预报，以实时节省能源成本

无线传感器节点：一种能量收集关键应用

能量收集系统的一个关键应用是楼宇自动化系统中的无线传感器。在美国，楼宇是每年消耗能源最多的领域，紧随其后的是交通和工业领域。

使用能量收集技术的无线网络可以将楼宇内任意数量的传感器连接在一起，在楼宇或房间内无人时调节温度或关闭非关键区域的照明设备，以降低HVAC和电力成本。此外，能量收集电子设备的成本往往低于运行供电线路的成本，或低于更换电池实施的例行维护的成本，所以很明显，采用能量收集技术可以获得经济收益。

但是，如果每个节点都需要自己的外部电源，无线传感器网络的多种优势都将不复存在。尽管现行的电源管理开发使电子电路能够在给定电源下运行更长时间，但也存在限制，而能量收集为其提供了一种补充方法。所以，能量收集是通过将本地环境能源转化为可用的电能，为无线传感器节点提供电源的一种方式。环境能源包括光照、温度差、机械振动、传输的射频信号，或者能够通过传感器产生电荷的其他源。这些能源无处不在，可以通过使用合适的传感器，例如针对温度差的热电发电机(TEG)、针对振动的压电元件、针对光照（或室内照明）的光伏电池，甚至湿气中的原生能，将它们转化为电能。这些所谓的“免费”能源可用于自动为电子组件和系统提供电源。

现在整个无线传感器节点可以在微瓦平均功率级水平下工作，所以可以使用非传统电源来为它们供电。这就导致了能量收集技术，为使用电池不方便、不可行、成本高昂或危险的系统提供充电、补充电源，或者替换其电池。也无需使用电缆来传输电力或传输数据。

典型的能量收集配置或无线传感器节点(WSN)一般由4个块组成，如图1所示。它们分别是：

- ▶ 环境能源
- ▶ 一种为下游电子设备供电的换能器元件和功率转换电路
- ▶ 一种链接节点与物理世界的传感组件，以及用于处理测量数据并将它们保存在存储器中的微处理器或微控制器组成的计算组件。

- ▶ 一种通信组件，包含短距无线电，用于和邻近节点及外部世界无线通信。

环境能源示例包括连接到制热源（例如HVAC风道）上的TEG（或热电堆），或者连接到振动机械源（例如窗玻璃）上的压电式传感器。至于热源，一个紧凑的热电器件可以将小温差转变为电能。在存在机械振动或应力的环境中，压电器件可用于将这些能源转化为电能。

电能产生后，即会被能量收集电路转化，并调整为适合下游电子设备使用的电源。所以，微处理器可以唤醒传感器来进行读取或实施测量，然后由模数转换器(ADC)来进行处理，并通过超低功率无线收发器进行传输。

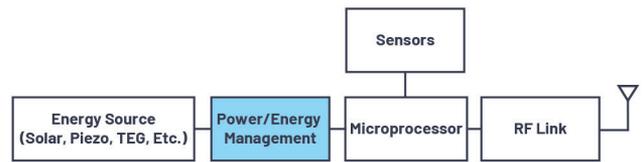


图1 典型能量收集系统的主要模块。

当然，能量收集源提供的电能由源运行的时长决定。所以，比较回收能源的主要指标在于功率密度，而非能源密度。能量收集一般会受较低、可变、不可预测的可用功率水平影响，所以通常使用混合结构，与收集器和二次储能器连接。收集器可以提供无限量的电源但功率不足，是系统的能量来源。二次储能器（电池或电容）产生更高的输出功率，但存储的电能较少，可在需要时提供电源，但是需要定期从收集器接收充电。所以，在不存在环境能源，无法收集电能的环境中，必须使用二次储能器来为WSN供电。

成功设计一个完全独立的无线传感器系统需要使用稳定可用的低功耗微控制器和换能器，在低能耗环境中消耗最少电能。这种能量收集器模块的现有实施方法如图1所示。它们通常由低性能分立器件配置构成，一般包含30个或更多器件。这种设计具有低转换效率和高静态电流。这些缺陷会导致终端系统的性能降低。

由于高静态电流限制了能量收集源的输出最低限制，所以在给输出提供额外功率之前，它必须先克服自身运行所需的电流电平。在上述应用中，ADI的Power by Linear™ (PbL)产品系列可以提供高性能和简单性。

能量收集示例

LTC3109是一款高度集成的DC-DC转换器和电源管理器。它可以从极低输入电压源收集剩余能量并进行管理，例如TEG、热电堆，甚至小型太阳能电池。其独特的专有自动极性变换拓扑使其能够使用低至30 mV的输入源进行操作，无论输入源是什么极性。

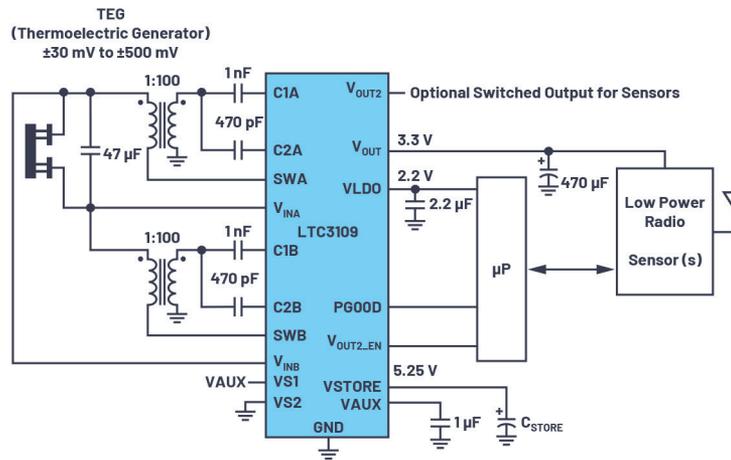


图2. LTC3109典型应用原理图。

图2所示的电路使用两个紧凑型升压变压器将输入电压源升压来提供给LTC3109的输入，从而为无线检测和数据采集应用提供完整的电源管理解决方案。它可以收集较小的温度差并生成系统电源，而不是使用传统的电池电源。

然后，使用外部充电泵电容和LTC3109内的整流器来提升和整流每个变压器的二次绕组上产生的交流电压。这个整流器电路将电流输入VAUX引脚，为外部VAUX电容充电，然后是其他输出充电。内部的2.2 V LDO控制器可以支持低功耗处理器或其他低功耗IC。

结论

由于全球都缺乏模拟开关模式电源设计专业知识，所以很难为环保楼宇设计出高效的能量收集系统。主要阻碍之一是与远程无线传感相关的电源管理。但是，LTC3109这类的产品可以从几乎所有热源提取能量，从而使系统设计人员能够使用能量收集电源。这不但可以减少使用化石燃料，还有助于为现在和未来的几代人创建更环保的楼宇环境。

作者简介

Tony Armstrong是ADI公司Power by Linear产品部的业务开发总监。他负责电源转换和管理产品从上市到停产的所有事务。加入ADI之前，Tony在凌力尔特、Siliconix Inc.、Semtech Corp.、Fairchild Semiconductors和Intel担任过营销、销售和运营方面的不同职位。他拥有英国曼彻斯特大学应用数学（荣誉）学士学位。Tony于2020年春季退休。

在线支持社区



访问ADI在线支持社区，中文技术论坛

与ADI技术专家互动。提出您的棘手设计问题、浏览常见问题解答，或参与讨论。

请访问ez.analog.com/cn

